

Polimerización obtenida en cilindros de resina compuesta con distintas lámparas de polimerización

Publicado el: 11/05/2006 11:24:43

Autores: Arroyo Bote, Sebastiana[1]; Martínez Osorio Javier¹; Brau Aguadé, Esteban[2], Canalda Sahli, Carlos².

Centro: Unidad de Patología y Terapéutica Dental. Facultad de Odontología. Universidad de Barcelona.



RESUMEN:

Se ha estudiado la profundidad de polimerización con un mismo tipo de composite obtenida en preformas cilíndricas, utilizando cinco tipos diferentes de lámparas (cuatro LEDs y una Halógena), durante 10 o 20 segundos. Los resultados demuestran diferencias significativas entre los grupos de estudio.

Palabras clave: Fotopolimerización, LEDs, Halógena y Composite

ABSTRACT:

The depth of light curing has been studied with the same kind of dental composites obtained in cylindrical performs, using five different kinds of lamps (four LEDs and a Halogen), over 10 or 20 seconds. The results showed significant differences between the groups of study.

Key Words: Light curing, LEDs, Halogen and Composite

INTRODUCCION

Desde el desarrollo de resinas compuestas polimerizables mediante sistemas de activación lumínicos la industria no ha dejado de desarrollar nuevos materiales y nuevas lámparas de polimerización con el fin de mejorar el grado de polimerización de las resinas compuestas y a la vez mejorar la contracción volumétrica que sufre la resina en este proceso, creando nuevos sistemas lumínicos capaces de realizar la polimerización de los composites en menor tiempo clínico, con menor generación de calor y mayor grado de conversión[1]. Así las clásicas lámparas de polimerización *Halógenas de Cuarzo-Tungsteno* han ido evolucionando hasta las actuales de *alta intensidad*, siendo capaces de emitir una intensidad lumínica superior a los 1000 mW/cm², en una banda de emisión de 400-600 nm. Sin embargo esta alta energía genera calor y es necesaria la utilización de potentes ventiladores, con lo cual el tamaño de las lámparas es mayor.

La industria ha desarrollado otros sistemas lumínicos basados en otro tipo de energía que no genera este calor como es el sistema de *Diodos Emisores de Luz*, LEDs, esta nueva tecnología ha permitido el desarrollo de lámparas de polimerización más pequeñas, con autonomía propia, puesto que no necesitan cable y además no generan calor, por lo que no necesitan ventilador y no generan ruido. Sin embargo las primeras generaciones de este tipo de lámparas solo eran capaces de emitir una intensidad lumínica en torno a 400 mW/cm² y una banda en el espectro de emisión de 440-490 nm. Esta intensidad lumínica resultó ser insuficiente por lo que rápidamente se sustituyeron por otra generación de LEDs[2] con una intensidad de alrededor de 900 mW/cm², y un espectro de emisión de 410 a 490nm, si bien el pico mayor de emisión se sitúa entre los 440-490 nm, es lo que garantiza la polimerización de las resinas compuestas cuyo fotoactivador sea la canforoquinona, pero no aquellas que se activen por la luciferina o fenilpropandiona, lo que implica que el clínico debe conocer las características de la resina compuesta que utilice, puesto que puede encontrarse con una falta de polimerización de la misma[3].

Estudios realizados por Hoffmann y cols[4] encuentran un menor aumento de la temperatura en la reacción de polimerización de la resina compuesta cuando utilizamos una lámpara de LEDs que con una lámpara halógena, lo que conlleva una menor agresión pulpar[5].[6], por lo tanto un efecto beneficioso para nuestras restauraciones.

La dureza obtenida en la resina compuesta tras la polimerización para algunos autores⁴, [7] es la misma independientemente de si se utilizó una lámpara halógena o de LEDs, aunque algunos autores encuentran ventajas en las lámparas halógenas necesitando incrementar el tiempo en las lámparas LEDs para obtener la misma dureza[8].[9].

OBJETIVO:

El objetivo que nos planteamos fue: Valorar el grosor de polimerización obtenido en cilindros de composite híbrido (colores A1 guía Vita) y cuatro lámparas de polimerización de tecnología LEDs comparada con una lámpara de polimerización halógena de alta intensidad, estudiando distintos tiempos de polimerización.

MATERIAL Y MÉTODO:

Hemos seleccionado un composite híbrido universal: Premise (Kerr), con un 84% de relleno inorgánico y un tamaño de partícula de:

0,02-0,4-(30-50) micras, de color A1 (guía VITA); y cuatro lámparas de polimerización de tecnología LEDs (Blue-Phase, SmartLite, L.E.Demetron I y Elipar Free Light 2) y una de polimerización halógena de alta intensidad (Optilux 501) expuestas en la tabla nº 1

Para la realización de los cilindros utilizamos unas preformas de la casa Dentsply, con cilindros de 2mm, 4mm, 6mm y 8mm (foto nº1). Apoyamos la preforma sobre una loseta de vidrio, rellenamos la cavidad con el composite seleccionado (foto nº2), colocamos una matriz de acetato sobre el composite y realizamos la polimerización en contacto directo con la matriz durante 10 o 20 segundos. Una vez finalizado el tiempo de polimerización seleccionado, con una espátula clínica extrajimos el composite de la preforma (foto nº3-4) y con un pie de rey realizamos la medición del composite polimerizado (foto nº5). Con cada una de las variables se realizaron cinco mediciones, ordenando los resultados en los siguientes grupos:

Se realizaron dos grupos de estudio con cada lámpara testada, al grupos A se aplicó 10 segundos de polimerización y al B 20 segundos de polimerización.

Grupo A:

- Grupo A-1: **Blue Phase:** 10 segundos
- Grupo A-2: **SmartLite:** 10 segundos
- Grupo A-3: **L.E.Demetron I:** 10 segundos
- Grupo A-4: **Elipar Free Light 2:** 10 segundos
- Grupo A-5: **Optilux 501:** 10 segundos

Grupo B:

- Grupo B-6: **Blue Phase:** 20 segundos
- Grupo B-7: **SmartLite:** 20 segundos
- Grupo B-8: **L.E.Demetron I:** 20 segundos
- Grupo B-9: **Elipar Free Light 2:** 20 segundos
- Grupo B-10: **Optilux 501:** 20 segundos

LAMPARAS UTILIZADAS

Lámpara	Fabricante	Radiometro SPRING LIGHT METER 3K	L.E.D. Demetron Radiometro	Ciclos progresivo
Blue Phase	Vivadent	1000	850	Si
SmartLite	Dentsply	650	550	No
L.E.Demetron I	Kerr	700	700	no
Elipar Free Light 2	3M	1000	850	Si
Optilux 501	Kerr	900	850	Si

Tabla nº 1



L.E.Demetron I



Blue Phase



Elipar Free Light 2



SmartLite



Optilux 501



Foto n° 1

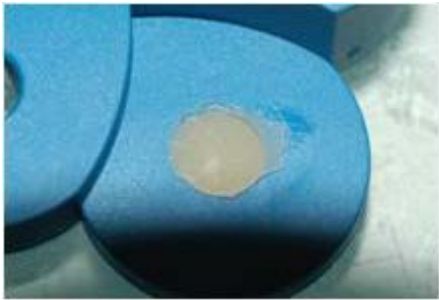


Foto n° 2



Foto n° 3



Foto nº 4



Foto nº 5

RESULTADOS:

Los resultados están expuestos en las tablas nº 2 y 3.

En la tabla nº 2 podemos ver los resultados obtenidos por el grupo A, en el que hemos realizado ciclos continuos de polimerización de 10 segundos con cada una de las cinco lámparas. En todos los casos hemos obtenido polimerización completa en los cilindros de 2 y 4mm, en los cilindros de 6 y 8 mm la polimerización ha sido incompleta obteniendo la máxima profundidad de polimerización con la lámpara halógena **Optilux 501** (4,75mm) y la menor con **L.E.Demetron I** (4,20mm).

En la tabla nº3 podemos ver los resultados obtenidos por el grupo B, en el que hemos realizado ciclos continuos de polimerización de 20 segundos con cada una de las cinco lámparas. En este caso se ha obtenido también polimerización completa en todos los cilindros de 2 y 4mm, no alcanzándose la polimerización completa en los cilindros de 6 y 8mm. La máxima profundidad de polimerización se ha obtenido con la lámpara de LEDs **L.E.Demetron I** (5,36mm), obteniendo un resultado muy próximo con la lámpara **Elipar Free Light 2** (5,35mm), el menor resultado se ha obtenido con la lámpara halógena **Optilux 501** (5,01mm).

Para el análisis estadístico se ha realizado la prueba de homogeneidad de varianzas de **Levène** y la prueba de **Kolmogorov-Smirnov** para comprobar la distribución normal o no de los resultados. Por disponer de un valor “n” inferior a 20 aplicamos pruebas no paramétricas: la prueba de **Kruskal-Wallis** y la prueba **U de Mann-Whitney** .

La prueba de **Kruskal-Wallis**, muestra diferencias significativas entre grupos, con $p < 0,001$, la **U de Mann-Whitney** muestra diferencias significativas entre los grupos A y B con una $U < 0.001$.

Dentro de los grupos A (10 segundos), la prueba de **Kruskal-Wallis**, muestra diferencias significativas entre grupos, con $p < 0,001$, mostrando diferencias significativas con la prueba **U de Mann-Whitney** < 0.005 entre los grupos **Blue Phase** y **Optilux 501** (1-5) , **Blue Phase** y **Elipar Free Light 2** (1-4), **SmartLite** y **Optilux 501**(2-5) , **SmartLite** y **Elipar Free Light 2** (2-4), **L.E.Demetron I** y **Optilux 501**(3-5) **L.E.Demetron I** y **Elipar Free Light 2** (3-4). No obteniendo diferencias significativas con la prueba **U de Mann-Whitney** > 0.005 entre **Blue Phase** y **SmartLite** (1-2), ni entre **Elipar Free Light 2** y **Optilux 501** (4-5).

Dentro de los grupos B (20 segundos), también se obtienen diferencias significativas entre los grupos B (20 segundos) de **Blue Phase** y **Optilux 501** (6-10) con la prueba **U de Mann-Whitney** < 0.001 , entre **SmartLite** y **Elipar Free Light 2** (7-9), **SmartLite** y **L.E.Demetron I** (7-8), **L.E.Demetron I** y **Optilux 501** (8-10) y entre **Elipar Free Light 2** y **Optilux 501** (9-10). No obteniendo diferencias entre significativas entre **Blue phase** ,**SmartLite** , **L.E.Demetron I** y **Elipar Free Light 2** (6-7, 6-8 y 6-9), ni entre **SmartLite**, **Elipar Free Light** y **Optilux 501** (7-9 y 7-10),

PREMISE A1 con 10 segundos de polimerización

Profundidad de polimerización

LAMPARA	2,00 mm	4,00 mm	6,00 mm	8,00 mm	Media(6-8)
Blue Phase	2,00	4,00	4,55	4,60	4,56
	2,00	4,00	4,50	4,55	
	2,00	4,00	4,60	4,50	
	2,00	4,00	4,55	4,60	
	2,00	4,00	4,60	4,55	
SmartLite	2,00	4,00	4,40	4,40	4,41
	2,00	4,00	4,45	4,30	

	2,00	4,00	4,50	4,40	
	2,00	4,00	4,40	4,45	
	2,00	4,00	4,30	4,50	
L.E.Demetron I	2,00	4,00	4,40	4,20	4,20
	2,00	4,00	4,50	4,30	
	2,00	4,00	4,35	4,20	
	2,00	4,00	4,40	3,95	
	2,00	4,00	3,35	4,35	
Elipar Free Light 2	2,00	4,00	4,75	4,80	4,74
	2,00	4,00	4,70	4,75	
	2,00	4,00	4,80	4,70	
	2,00	4,00	4,75	4,70	
	2,00	4,00	4,70	4,75	
Optilux 501	2,00	4,00	4,75	4,80	4,75
	2,00	4,00	4,80	4,75	
	2,00	4,00	4,70	4,75	
	2,00	4,00	4,75	4,70	
	2,00	4,00	4,75	4,75	

Tabla nº 2

PREMISE A1 con 20 segundos de polimerización

Profundidad de polimerización

LAMPARA	2,00 mm	4,00 mm	6,00 mm	8,00 mm	Media (6-8)
Blue Phase	2,00	4,00	5,25	5,30	5,25
	2,00	4,00	5,30	5,30	
	2,00	4,00	5,25	5,20	
	2,00	4,00	5,20	2,25	
	2,00	4,00	5,25	5,20	
SmartLite	2,00	4,00	5,10	5,20	5,15
	2,00	4,00	5,20	5,10	
	2,00	4,00	5,15	5,15	
	2,00	4,00	5,20	5,10	
	2,00	4,00	5,15	5,10	

L.E.Demetron I	2,00	4,00	5,35	5,30	5,36
	2,00	4,00	5,30	5,40	
	2,00	4,00	5,40	5,35	
	2,00	4,00	5,35	5,40	
	2,00	4,00	5,40	5,35	
Elipar Free Light 2	2,00	4,00	5,35	5,40	5,35
	2,00	4,00	5,30	5,35	
	2,00	4,00	5,35	5,35	
	2,00	4,00	5,40	5,30	
	2,00	4,00	5,35	5,35	
Optilux 501	2,00	4,00	5,00	5,10	5,01
	2,00	4,00	5,05	5,00	
	2,00	4,00	5,10	5,05	
	2,00	4,00	5,00	4,95	
	2,00	4,00	4,90	5,05	

Tabla nº 3

DISCUSIÓN:

La obtención de una correcta polimerización de nuestros materiales solo es posible con el conocimiento profundo de las propiedades de las lámparas de polimerización y de las características de los materiales a polimerizar³.

Las primeras lámparas de tecnología LEDs tenían una intensidad lumínica entre 400 y 500mW/cm², una cifra baja si la comparamos con las lámparas halógenas de alta intensidad >750 W/cm², esto condicionó un resultado inferior en cuanto al grado de polimerización obtenido por algunos autores⁹.^[10], estos resultados desfavorables para las lámparas LEDs fue compensado por Leonard DL y cols aumentando el tiempo de polimerización⁸, estamos de acuerdo con los resultados obtenidos por estos autores, puesto que nuestros resultados demuestran un aumento en la profundidad de polimerización cuando aumentamos el tiempo de exposición lumínica especialmente con lámparas LEDs.

Otros autores no encuentran diferencias en el uso de lámparas halógenas y lámparas LEDs⁴.^[11].^[12]. Los resultados que hemos obtenido demuestran unas diferencias en la profundidad de polimerización conseguida con las cinco lámparas utilizadas, sin embargo no hay una diferencia significativa entre los resultados de la lámpara halógena Optilux 501 y las otras cuatro lámparas de tecnología LEDs.

En el grupo A (10 segundos de polimerización), hemos obtenido mejores resultados con la lámpara halógena que con las lámparas LEDs, lo que podría explicarse por el hecho constatado por otros autores, la mayor sensibilidad de las lámparas LEDs a la distancia de polimerización^[13], desventaja que se ve compensada al incrementar el tiempo de polimerización, llegando a obtener mejores resultados con las cuatro lámparas LEDs que con la halógena. Ambos sistemas bien utilizados pueden obtener similares grados de profundidad de polimerización^[14], con lo que estamos de acuerdo.

Otros autores^[15] encuentran mayor profundidad de polimerización en lámparas LEDs cuando se polimerizan grosores superiores a 4,5 mm, sin embargo si respetamos las técnicas clínicas de rellenos incrementales en las cavidades operatorias no mayores a 2mm, esto no representa ninguna ventaja.

Con los diferentes resultados científicos^{11,13,15} podemos constatar que, en general, siempre que se respeten las dosis de energía y se utilicen materiales con fotoiniciadores sensibles, ambos tipos de lámparas obtienen resultados correctos

Son muchos los factores que influyen en la correcta polimerización de las resinas compuestas¹: tiempo de polimerización, profundidad,

dureza, grado de conversión, contracción, stress de polimerización, etc., por ello necesitamos distintos estudios enfocados a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de nuestros materiales; por lo que nuestros resultados solo analizan una pequeña parte del difícil trabajo de la fotopolimerización de las resinas compuestas, y como tal hay que analizar los resultados.

CONCLUSIONES:

1. Con todas las lámparas se han obtenido cilindros de composite polimerizado superiores a 4mm
2. Todas las lámparas han tenido resultados significativamente superiores cuando aumentamos el tiempo de polimerización, siendo más importante en las lámparas de tecnología LEDs
3. Los mejores resultados con ciclos de 10 segundos corresponden a las lámparas con mayor intensidad lumínica: **Elipar Free Light 2** y **Optilux 501**, no encontrando diferencias significativas entre ellas.
4. Los mejores resultados con ciclos de 20 segundos corresponden a las lámparas de tecnología LEDs: **L.E.Demetron I** y **Elipar Free Light 2**, encontrando diferencias significativas entre éstas y la lámpara halógena **Optilux 501**.

BIBLIOGRAFIA

Para profundizar en la lectura de este tema, los autores consideran interesantes los artículos que aparecen señalados del siguiente modo:
 *de interés ** de especial interés

- [1] Latorre G, Marigo I, Pascarella GA, Rumi G. Light-emitting diodes (LED) technology applied to the photopolymerization of resins composites. Minerva Stomatol 2003; 52:193-200
- [2] Uhl A, Sigusch BW, Jandt KD. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. Dent Mater. 2004; 20:80-7
- *[3] Hammesfahr PD, O'Connor MT, Wang X. Light-curing technology: past-present, and future. Compend Contin Educ Dent 2002; 23:18-24. Muy interesante por explicar la evolución en los sistemas de fotopolimerización de las resinas compuestas, manifestando la importancia en los sistemas de fotoactivación.
- [4] Hoffman N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. Eur J Oral Sci. 2002; 110: 471-9
- [5] Weereakon AT, Meyers IA, Symons AL, Walsh LJ. Pulpa heat changes with newly developed resin photopolymerization system. Aust Endod J. 2002; 28:108-11
- [6] Tarle Z, Meniga A, Kenezovic A, Sutalo J, Ristic M, Pichler G. Composite conversion and temperature rise using a conventional plasma arc and an experimental blue LED curing unit. J. Oral. Rehabil 2002; 29:662-7
- [7] Mills RW, Uhl A, Blacwell Gb, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. Biomaterials. 2002; 23:2955-63
- *[8] Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. J. Esthet restor. Dent 2002; 14: 286-95. Interesante por dar importancia a la relación entre el tiempo de exposición lumínica de la resina y la intensidad lumínica de la lámpara de polimerización.
- [9] Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light emitting diode and halogen based light-curing units. J. Am Dent Assoc. 2002; 133: 335-41
- [10] Uhl A, Mills RW, Vowles RW, Jandt KD. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. J. Biomed Mater Res. 2002; 63:729-38
- [11] Willis RW, Jandt KD, Ashworth SH. Dental composite depth of cure with halogen emitting diode technology. B. Dent. J. 1999; 186: 388-91
- [12] Tonioli M. Depth of cure comparison of LED, plasma arc and QTH curing light. Sp. Iss A) Abs: 490, 2002
- [13] Meyer GR, Ernst CP, Willershausen B. Decrease in power output of new light-emitting diode (LED) curing devices with increasing distance to filling surface. J. Adhes Dent 2002;4: 197-204
- [14] Nomoto R, Hirano S. Evaluation of Non-Tungsten-Halogen light curing units. J De Iss A. Abs: 473, 2002
- **[15] Uhl A, Sigusch BW, Jandt KD. Second generation LEDs for the polymerization of oral biomaterials. Dent Mater. 2004;20:80-7. Interesante por estudiar la efectividad de las actuales lámparas de polimerización de tecnología LEDs, dando importancia a la intensidad lumínica de éstas y a la sensibilidad de los biomateriales

Publicado el: 11/05/2006 11:24:43